

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

3
Offenlegungsschrift
DE 43 35 143 A 1

51 Int. Cl. B:
G 03 F 3/08
H 04 N 1/60

21 Aktenzeichen: P 43 35 143.3
22 Anmeldetag: 15. 10. 93
43 Offenlegungstag: 20. 4. 95

DE 43 35 143 A 1

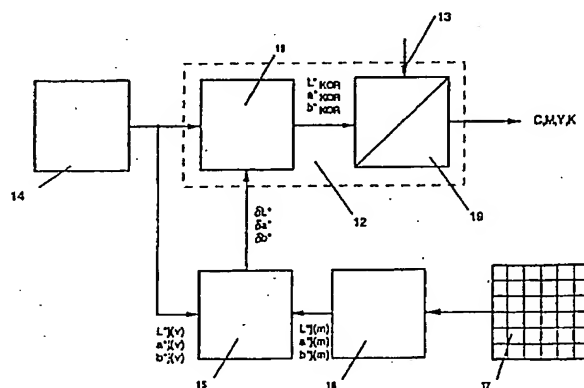
71 Anmelder:
Linotype-Hell AG, 65760 Eschborn, DE

72 Erfinder:
Bestmann, Günter, 24161 Altenholz, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Verfahren und Einrichtung zur Umsetzung von Farbwerten

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Umsetzung von Farbwerten eines ersten Farbraumes in Farbauszugswerte eines ersten Druckprozeß charakterisierenden Druck-Farbraumes bei Geräten und Systemen für die Farbbildbearbeitung. Zwecks exakter Anpassung der Farbauszugswerte $[C, M, Y, K]$ des Druck-Farbraumes an den jeweiligen Druckprozeß werden zunächst aus den Farbwerten $[L^*, a^*, b^*]$ des ersten Farbraumes die funktionsmäßig zugeordneten Farbauszugswerte $[C, M, Y, K]$ als Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ unter Berücksichtigung der Druckfarben des jeweiligen Druck-Farbraumes des späteren Druckverfahrens, der farbmimetrischen Eigenschaften des später verwendeten Bedruckstoffes und der Druckprozeß-Parameter näherungsweise analytisch berechnet. Anschließend wird die berechnete Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ durch eine Farbwert-Kalibrierung korrigiert, indem durch Vergleich der die Farben einer Testtafel charakterisierenden Farbwerte $[L^*(v), a^*(v), b^*(v)]$ des ersten Farbraumes mit den farbmimetrisch ausgemessenen Farbwerten $[L^*(m), a^*(m), b^*(m)]$ der entsprechenden Farben der als Andruck oder Proof hergestellten Testtafel Korrekturwerte $[dL^*, da^*, db^*]$ ermittelt und die Tabellenwerte der Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ durch die Korrekturwerte $[dL^*, da^*, db^*]$ korrigiert werden.



DE 43 35 143 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 016/186

18/31

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der elektronischen Reproduktionstechnik und betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Umsetzung von Farbwerten zwecks Anpassung an einen Druckprozeß bei Geräten und Systemen für die Bildverarbeitung.

Die Reproduktionstechnik befaßt sich mit Verfahren zur Wiedergabe von Bildvorlagen im Druck, bei denen von einer Vorlage eine Kopiervorlage als Basis für eine Druckform angefertigt wird. In einer Druckmaschine erfolgt mittels der Druckform die Reproduktion der Vorlage.

Die Herstellung einer Kopiervorlage erfolgt im allgemeinen in den Schritten Bildeingabe, Bildbearbeitung und Bildausgabe.

Bei der Bildeingabe z. B. mittels eines Farbbildabtasters (Scanner) als Eingabegerät werden durch trichromatische sowie bildpunkt- und zeilenweise optoelektronische Abtastung einer zu reproduzierenden Farbvorlage drei primäre Farbwertsignale R, G und B gewonnen, wobei die einzelnen Farbwerttripel die Farbanteile "Rot" (R), "Grün" (G) und "Blau" (B) der in der Farbvorlage abgetasteten Bildpunkte repräsentieren. Die analogen Farbwertsignale werden in digitale Farbwerte umgewandelt und für die anschließende Bildbearbeitung gespeichert.

Bei der Bildbearbeitung werden die Farbwerte R, G und B zunächst durch eine Basis-Farbkorrektur nach den Gesetzmäßigkeiten der subtraktiven Farbmischung in Farbauszugswerte C, M, Y und K umgesetzt, welche ein Maß für die Dosierung bzw. für die Rasterpunktgrößen der im späteren Druckprozeß verwendeten Druckfarben "Cyan" (C), "Magenta" (M), "Gelb" (Y) und "Schwarz" (K) sind.

Darüber hinaus werden bei der Bildbearbeitung weitere Farbkorrekturen durchgeführt mit dem Ziel, die Bildwiedergabe zu verbessern, Mängel auszugleichen oder redaktionelle Änderungen vorzunehmen.

Nach der Bildbearbeitung erfolgt die Bildausgabe mittels eines geeigneten Ausgabegerätes, beispielsweise mittels eines Farbauszugs-Belichters (Recorder) für die gerasterte Aufzeichnung der Farbauszüge "Cyan", "Magenta", "Gelb" und "Schwarz" auf einen Film.

Vielfach wird die Forderung erhoben, verschiedene Eingabe- und Ausgabegeräte an ein Farbbild-Bearbeitungssystem anschließen zu können. Dazu ist die Einführung eines definierten Standards für die Farbwerte an der Schnittstelle zwischen Bildeingabe und Farbbild-Bearbeitung und an der Schnittstelle zwischen Farbbild-Bearbeitung und Bildausgabe von großem Vorteil. Dazu müssen die im Eingabegerät erzeugten Farbwerte R, G und B auf den jeweiligen internen Standard des Farbbild-Bearbeitungssystems, beispielsweise in die Farbwerte L^* , a^* und b^* des CIELAB-Farbraumes transformiert, bearbeitet und die standardisierten und korrigierten Farbwerte L^* , a^* und b^* dann in Form einer Umsetzungs-Tabelle, nachfolgend Druck-Tabelle genannt, in die Farbauszugswerte C, M, Y und K für die Belichtung der Farbauszüge umgewandelt werden.

Aus der Literatur, beispielsweise aus der Zeitschrift "Der Druckspiegel", No. 6, 1991, Seiten 580 bis 592, Artikel "Farbe in der Bildverarbeitung" ist es schon bekannt, die in einem Farbbildabtaster gewonnenen Farbwerte eines geräteabhängigen Eingabe-Farbraumes für eine universelle Farbdarstellung durch eine Farbraumtransformation in Farbwerte eines geräteunabhängigen Kommunikations-Farbraumes zu transformieren, die entsprechenden Korrekturen anhand der transformierten Farbwerte vorzunehmen und dann die korrigierten Farbwerte durch eine weitere Farbtransformation in die entsprechenden Prozeßfarbwerte eines geräteabhängigen Ausgabe-Farbraumes umzuwandeln.

Aus der EP-A-0 528 094 ist bereits ein Verfahren zur Ermittlung einer Druck-Tabelle bekannt. Es erfolgt dort ein Ausmessen der betreffenden Farbwerte sowie eine anschließende Interpolation zur Ermittlung von Zwischenwerten. Aufgrund des verursachten Aufwandes werden relativ wenige Stützwerte ermittelt und zwischen diesen Stützwerten wird interpoliert. Aufgrund der geringen Anzahl der Stützwerte kann nur eine eingeschränkte Genauigkeit erreicht werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Berechnung einer Druck-Tabelle für Bildreproduktionsgeräte ist in der DE-A-40 12 905 beschrieben.

Die für den Druckprozeß notwendige Ermittlung einer Druck-Tabelle durch Umwandlung der Farbwerte R, G und B in die Farbauszugswerte C, M, Y und K werden bisher in der Praxis experimentell durch visuellen Vergleich zwischen Farbvorlage und dem Druckergebnis ermittelt. Eine Anpassung der Druck-Tabellen an andere Druckprozesse ist oft schwierig und zeitaufwendig. Weitere Nachteile dieser Vorgehensweise sind die Druckfarben- und die Druckprozeßabhängigkeit, die unanschauliche Darstellung der Farbwerte durch Flächendeckungswerte (Rasterprozentwerte), die Notwendigkeit hochqualifizierten Bedienungspersonals und die Schwierigkeit, sich über Farben zu verständigen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Umwandlung von Farbwerten zwecks Anpassung an einen Druckprozeß anzugeben, mit denen sich Druck-Tabellen mit großer Genauigkeit zur Erzielung einer hohen Reproduktionsqualität erstellen lassen.

Diese Aufgabe wird bezüglich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und bezüglich der Einrichtung durch die Merkmale des Patentanspruchs 19 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Fig. 1 bis 5 näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 den schematischen Aufbau eines Bildverarbeitungs-Systems in einem Blockschaltbild,

Fig. 2 ein Ablauf-Diagramm zur Berechnung einer Druck-Tabelle,

Fig. 3 ein Ablauf-Diagramm zur Farbwert-Kalibrierung,

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Einrichtung zur Ermittlung von Korrekturwerten für die Farbwert-Kalibrierung und

Fig. 5 den schematischen Aufbau eines Farbumsetzers in einem Blockschaltbild.

Fig. 1 zeigt den schematischen Aufbau und den Signalfluß eines Farbbildverarbeitungs-Systems in einem

Blockschaltbild. Punkt- und zeilenweise abtastende Eingabegeräte sind durch einen Scanner 1 repräsentiert, flächenweise abtastende Geräte durch eine Kamera 2 und Geräte zur Erzeugung farbiger graphischer Daten wie z. B. Grafik-Design-Stationen durch eine Grafik-Eingabe 3. Die möglichen Ausgabewerte sind durch einen Farbmonitor 4, einen Farbauszugs-Recorder oder Belichter 5 sowie einen Proof-Recorder 6 angedeutet. Die in den Eingabegeräten 1, 2, 3 erzeugten Farbwerte des jeweiligen geräteabhängigen Eingabe-Farbraumes, beispielsweise die Farbwerte R, G und B des RGB-Farbraumes, werden in einem dreidimensionalen Eingabe-Farbumsetzer 7 durch eine Eingabe-Farbtransformation in Farbwerte eines geräteunabhängigen Kommunikations-Farbraumes, beispielsweise in die Farbwerte L^* , a^* und b^* des CIELAB-Farbraumes der CIE von 1976, umgesetzt und einer Bildbearbeitungs-Einheit 8 zugeführt.

Der dreidimensionale Eingabe-Farbumsetzer 7 ist als Tabellen-Speicher (LUT) für eine eingabeseitige Umsetzungs-Tabelle ausgebildet, in dem die Farbwerte L^* , a^* und b^* durch die funktionsmäßig zugehörigen Farbwerte R, G und B adressierbar gespeichert sind.

In der Bildbearbeitungs-Einheit 8 werden die vom Anwender gewünschten Farbkorrekturen und geometrischen Bearbeitungen anhand der transformierten Farbwerte L^* , a^* und b^* des Kommunikations-Farbraumes durchgeführt. Dazu ist die Bildbearbeitungs-Einheit 8 mit einem Bedienungsterminal 10 verbunden, mit dem der Anwender die gewünschten Farbkorrekturen durchführt. Außerdem steht die Bildbearbeitungs-Einheit 8 mit einer Kommunikations-Einheit 11 in Verbindung, in der die zu bearbeitenden Farbwerte zwischengespeichert sind.

Nach der Bildbearbeitung werden die korrigierten Farbwerte L^* , a^* und b^* aus der Bildbearbeitungs-Einheit 8 ausgelesen und in einem ebenfalls dreidimensionalen Ausgabe-Farbumsetzer 12 durch eine Ausgabe-Farbtransformation in die Prozeß-Farbwerte eines gerätespezifischen Ausgabe-Farbraumes umgesetzt, die dem jeweiligen Ausgabegerät 4, 5, 6 zugeführt werden.

Der dreidimensionale Ausgabe-Farbumsetzer 12 ist ebenfalls als Tabellen-Speicher (LUT) für eine ausgabeseitige Farbumsetzungs-Tabelle ausgebildet, in dem die Prozeß-Farbwerte durch die funktionsmäßig zugehörigen Farbwerte L^* , a^* und b^* adressierbar gespeichert sind.

Die Farbumsetzungs-Tabellen werden vor der Bildbearbeitung berechnet und entsprechend über einen Eingang 9 in den Eingabe-Farbumsetzer 7 bzw. über einen Eingang 13 in den Ausgabe-Farbumsetzer 12 geladen.

Die Farbumsetzungs-Tabellen können jeweils für alle theoretisch möglichen Farbwerte des Farbraumes oder aber in vorteilhafter Weise zunächst nur für ein Stützpunkt-Gerüst von grob gestuften Farbwerten berechnet werden, wobei alle für die Farbtransformationen tatsächlich benötigten Farbwerte durch eine dreidimensionale Interpolations-Rechnung anhand des Stützpunkt-Gerüsts ermittelt werden. In diesem Fall weisen die Farbumsetzer zusätzlich Interpolations-Stufen auf.

Die Farbumsetzer 7, 12 sind, wie in Fig. 1 dargestellt, separate Einheiten oder Bestandteil eines Eingabegerätes 1, 2, 3 bzw. eines Ausgabegerätes 4, 5, 6 oder aber Bestandteile der Bildbearbeitungs-Einheit 8.

Das Verfahren zur Ermittlung einer ausgabeseitigen Farbumsetzungs-Tabelle (Druck-Tabelle) für die Ausgabe-Farbumsetzung der in einer Bildbearbeitungs-Einheit korrigierten Farbwerte eines standardisierten Kommunikations-Farbraumes in die Farbauszugswerte C, M, Y und K eines spezifischen Druck-Farbraumes, ist Gegenstand der vorliegenden Patentanmeldung und wird nachfolgend anhand der in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ablauf-Diagrammen näher erläutert. In diesem Fall ist in dem Tabellen-Speicher (LUT) des Ausgabe-Farbumsetzers 12 eine Druck-Tabelle der Form:

$$C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)$$

geladen.

In dem beschriebenen Beispiel werden die Farbwerte L^* , a^* und b^* des CIELAB-Farbraumes der CIE von 1976 als standardisierter Kommunikations-Farbraum in die Farbauszugswerte C, M, Y und K umgesetzt. Als standardisierter Kommunikations-Farbraum kann aber auch der CIELUV-, der YCC- oder ein anderer Normfarbraum verwendet werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden zunächst die Farbauszugswerte C, M, Y und K für die Belichtung der Farbauszüge in Abhängigkeit von den Farbwerten L^* , a^* und b^* des standardisierten Kommunikations-Farbraumes als Druck-Tabelle C, M, Y, K = $f(L^*, a^*, b^*)$ näherungsweise aus den Druckfarben (Eckfarben und Zwischenfarben des Druck-Farbraumes) und den Druckprozeßwerten wie dem Punktzuwachs, analytisch berechnet. Anschließend erfolgt durch eine Farbwert-Kalibrierung die exakte Anpassung der näherungsweise berechneten Farbauszugswerte C, M, Y und K der Druck-Tabelle an den Druckprozeß, indem Korrekturwerte ermittelt und die Farbauszugswerte C, M, Y und K entsprechend korrigiert werden.

Näherungsweise Berechnung der Farbauszugswerte C, M, Y und K der Druck-Tabelle

Voraussetzung für die näherungsweise analytische Berechnung der Farbauszugswerte C, M, Y und K ist die Kenntnis einiger Parameter, nämlich der Normfarbwerte X, Y und Z der vier Druckfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz und deren Zusammendrucke, die Normfarbwerte X_p , Y_p und Z_p des Bedruckstoffes für den späteren Druckprozeß, der funktionale Zusammenhang für die Berechnung der Farbauszugswerte K für "Schwarz" sowie die Druckgradation (Punktzuwachs) erforderlich. Als weiterer Parameter kann die Flächendeckungssumme der vier Druckfarben mit berücksichtigt werden.

Die Berechnung der Farbauszugswerte C, M, Y und K kann für alle theoretisch möglichen Farbwerte L^* , a^* und b^* des CIELAB-Farbraumes oder aber in vorteilhafter Weise, wie im nachfolgenden Beispiel beschrieben, zunächst nur für ein Stützpunkt-Gerüst von grob gestuften Farbwerten erfolgen, wobei alle für die spätere Farbtransformation tatsächlich benötigten Farbwerte durch eine dreidimensionale Interpolations-Rechnung

anhand des Stützpunkt-Gerüsts ermittelt werden. In diesem Fall weist der Ausgabe-Farbumsetzer 12 zusätzlich eine Interpolations-Stufe auf.

Die Berechnung der Farbauszugswerte C, M, Y und K für jeden Farbort bzw. Stützpunkt (i, j, k) des CIELAB-Farbraumes erfolgt entsprechend dem Ablauf-Diagramm nach Fig. 2 in folgenden Verfahrensschritten [A] bis [F]:

In einem Verfahrensschritt [A] werden die Farbwerte L^* , a^* und b^* des CIELAB-Farbraumes zunächst in die Normfarbwerte X, Y und Z des CIE 1931 XYZ-Farbraumes nach der Gleichung:

$$X, Y, Z = f(L^*, a^*, b^*)$$

transformiert.

Diese Transformation läuft im einzelnen nach folgenden Gleichungen ab:

$$f(X/X_n) = a^*/500 + f(Y/Y_n)$$

$$f(Y/Y_n) = (L^* + 16)/116$$

$$f(Z/Z_n) = f(Y/Y_n) - b^*/200$$

Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned} X/X_n &= [f(X/X_n)]^3 & X/X_n &\geq (0.008856)^3 \\ &= [f(X/X_n) - 16/116]/7.787 & X/X_n &< (0.008856)^3 \\ Y/Y_n &= [f(Y/Y_n)]^3 & Y/Y_n &\geq (0.008856)^3 \\ &= [f(Y/Y_n) - 16/116]/7.787 & Y/Y_n &< (0.008856)^3 \\ Z/Z_n &= [f(Z/Z_n)]^3 & Z/Z_n &\geq (0.008856)^3 \\ &= [f(Z/Z_n) - 16/116]/7.787 & Z/Z_n &< (0.008856)^3 \end{aligned}$$

In den Gleichungen sind X_n , Y_n und Z_n die Normfarbwerte für eine bestimmte Lichtart, z. B. für die Lichtart D65.

In einem folgenden Verfahrensschritt [B] werden die im Verfahrensschritt [A] bestimmten Normfarbwerte X, Y und Z auf das "Weiß" des beim späteren Druckprozeß verwendeten Bedruckstoffes mittels einer Farbumstimmungs-Transformation, beispielsweise mittels der "von Kries"-Transformation, in farbumgestimmte Normfarbwerte X' , Y' und Z' nach der Gleichung:

$$X', Y', Z' = f(X, Y, Z)$$

umgerechnet.

Die "von Kries"-Transformation ist z. B. bei R. W. G. Hunt, Measuring Color, Ellis Horwood Limited, Chichester, England (1989), beschrieben.

Die Farbumstimmungs-Transformation nach "von Kries" beschreibt eine Änderung von einer gegebenen Lichtart, die durch die Normfarbwerte X, Y und Z definiert ist, in die Lichtart E des energiegelichen Spektrums. Durch Invertierung der Transformations-Matrix läßt sich eine Farbumstimmung von der Lichtart E in eine andere Lichtart berechnen. Kombinationen der Transformationen führen dann zu beliebigen Farbumstimmungen. Für die Farbumstimmungs-Transformation müssen die Normfarbwerte vom Bezugsweiß des CIELAB-Farbraumes und vom "Weiß" des Bedruckstoffes bekannt sein.

Die Farbumstimmungs-Transformation, beispielsweise in die Lichtart E, läuft nach folgenden Gleichungen ab: Berechnung der Farbarte-Koeffizienten des Referenz-Weiß

$$x = X/(X + Y + Z)$$

$$y = Y/(X + Y + Z)$$

Berechnung der Matrizierungs-Koeffizienten

$$b_{11} = y/(0.101 - 0.561 \cdot x + 1.258 \cdot y)$$

$$b_{33} = y/(1.0 - x - y)$$

$$b_{12} = 2.9543 \cdot (1.0 - b_{11})$$

$$b_{13} = 0.2196 \cdot (b_{33} - b_{11})$$

Farbumstimmungs-Transformation

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_E = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ 0.0 & 1.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & b_{33} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_L$$

Nach der Farbumstimmungs-Transformation wird in zweckmäßiger Weise überprüft, ob die farbumgestimmten Normfarbwerte X' , Y' und Z' im Druck-Farbraum liegen, wozu die Normfarbwerte der Druckfarben und ihrer Übereinanderdrucke bekannt sein müssen. Ergibt die Überprüfung, daß die farbumgestimmten Normfarbwerte X' , Y' und Z' im Druck-Farbraum liegen, wird zu Verfahrensschritt [C] übergegangen, anderenfalls erfolgt eine Abbildung von nicht druckbaren Farbwerten auf die Oberfläche des Druck-Farbraumes unter Erhalt des jeweiligen Bunttones sowie unter gleichmäßiger Komprimierung von Helligkeit und Buntheit.

In einem weiteren Verfahrensschritt [C] werden dann aus den im Verfahrensschritt [B] ermittelten farbumgestimmten Normfarbwerten X' , Y' und Z' mittels der Neugebauer-Gleichungen für den Dreifarben-Druck die effektiven Flächendeckungswerte c , m und y , welche ein Maß für die Rasterpunktgrößen der Druckfarben auf dem Bedruckstoff sind, iterativ mit vorzugegebener Abbruch-Bedingung berechnet.

Beim Dreifarben-Druck entstehen durch Nebeneinanderdrucken und teilweises Übereinanderdrucken von Rasterpunkten der Druckfarben "Cyan", "Magenta" und "Gelb" die Farben des Druck-Farbraumes. Durch Nebeneinanderdrucken von Rasterpunkten der Druckfarben entstehen die Primärfarben "Cyan", "Magenta" und "Gelb", durch teilweises Übereinanderdrucken von Rasterpunkten zweier Druckfarben entstehen die Sekundärfarben "Rot", "Grün" und "Blau", durch Übereinanderdrucken von Rasterpunkten aller drei Druckfarben entsteht "Schwarz" und für den Fall, daß keine Rasterpunkte gedruckt werden entsteht "Weiß". Alle Farben sind durch Normfarbwerte X , Y und Z definiert.

Die Neugebauer-Gleichungen beschreiben die im Rasterdruck zu erwartenden Normfarbwerte X , Y und Z für die gedruckten Farben als Funktion der Flächendeckungswerte c , m und y . Die Normfarbwerte X , Y und Z einer Zwischenfarbe des Druck-Farbraumes ergeben sich dabei durch Addition der Normfarbwerte X , Y und Z der Eckfarben, wobei die Normfarbwerte der Eckfarben X , Y und Z entsprechend den wahrscheinlichen oder statistischen relativen Flächenanteilen α der Eckfarben wirksam sind.

Die Neugebauer-Gleichungen sind beispielsweise in H. E. J. Neugebauer, "Theorie des Vierfarbenbuchdrucks mit einem Schwarzdruck", Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie, Photophysik und Photochemie, Band 36, Heft 8/9 (1937), sowie in I. Pobboravsky and M. Pearson, "Computation of dot areas required to match a colorimetrically specified color using the modified Neugebauer Equations", Proceedings of Tech. Meeting of TAGA (1972), p. 65—77 angegeben.

Die Normfarbwerte X , Y und Z von Druckfarben im Übereinanderdruck ergeben sich nach folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} X &= \alpha_p \cdot X_p + \alpha_y \cdot X_y + \alpha_m \cdot X_m + \alpha_c \cdot X_c + \alpha_k \cdot X_k + \alpha_b \cdot X_b + \alpha_g \cdot X_g + \alpha_r \cdot X_r \\ Y &= \alpha_p \cdot Y_p + \alpha_y \cdot Y_y + \alpha_m \cdot Y_m + \alpha_c \cdot Y_c + \alpha_k \cdot Y_k + \alpha_b \cdot Y_b + \alpha_g \cdot Y_g + \alpha_r \cdot Y_r \\ Z &= \alpha_p \cdot Z_p + \alpha_y \cdot Z_y + \alpha_m \cdot Z_m + \alpha_c \cdot Z_c + \alpha_k \cdot Z_k + \alpha_b \cdot Z_b + \alpha_g \cdot Z_g + \alpha_r \cdot Z_r \end{aligned}$$

mit den relativen Flächenanteilen

$$\begin{aligned} \alpha_p &= (1-y) \cdot (1-m) \cdot (1-c) \\ \alpha_y &= (y) \cdot (1-m) \cdot (1-c) \\ \alpha_m &= (1-y) \cdot (m) \cdot (1-c) \\ \alpha_c &= (1-y) \cdot (1-m) \cdot (c) \\ \alpha_r &= (y) \cdot (m) \cdot (1-c) \\ \alpha_g &= (y) \cdot (1-m) \cdot (c) \\ \alpha_b &= (1-y) \cdot (m) \cdot (c) \\ \alpha_k &= (y) \cdot (m) \cdot (c) \end{aligned}$$

und den Flächendeckungen der Grundfarben

y = relative Flächendeckung Gelb
 m = relative Flächendeckung Magenta
 c = relative Flächendeckung Cyan

Die Indizes stehen für die Farben

p = Papierweiß
 y = Gelb
 m = Magenta
 c = Cyan
 k = Gelb + Cyan + Magenta
 b = Cyan + Magenta
 g = Gelb + Cyan

r = Gelb + Magenta

Die Normfarbwerte $X_p, X_y, \dots, Y_p, Y_y$ usw. sind die Normfarbwerte der Druckfarben und des "Papierweiß" des Bedruckstoffes bei voller Flächendeckung.

5 Durch Ausmultiplizieren und neu Zusammenfassen der obigen Gleichungen ergeben sich neue Gleichungen, die eine Darstellung in einem Koordinaten-System mit den Normfarbwerten X_p, Y_p und Z_p des "Papierweiß" als Ursprung liefern.

Die Normfarbwerte X, Y und Z von Druckfarben im Übereinanderdruck auf dem Bedruckstoff bezogen auf das "Papierweiß" ergeben sich nach den neuen Gleichungen wie folgt:

$$\begin{aligned}
 10 \quad (X_p - X) &= y \cdot (X_p - X_y) + m \cdot (X_p - X_m) + c \cdot (X_p - X_c) + \\
 & y \cdot m \cdot [(X_p - X_r) - (X_p - X_y) - (X_p - X_m)] + \\
 & y \cdot c \cdot [(X_p - X_g) - (X_p - X_y) - (X_p - X_c)] + \\
 & m \cdot c \cdot [(X_p - X_b) - (X_p - X_m) - (X_p - X_c)] + \\
 15 \quad (Y_p - Y) &= y \cdot (Y_p - Y_y) + m \cdot (Y_p - Y_m) + c \cdot (Y_p - Y_c) + \\
 & y \cdot m \cdot [(Y_p - Y_r) - (Y_p - Y_y) - (Y_p - Y_m)] + \\
 & y \cdot c \cdot [(Y_p - Y_g) - (Y_p - Y_y) - (Y_p - Y_c)] + \\
 & m \cdot c \cdot [(Y_p - Y_b) - (Y_p - Y_m) - (Y_p - Y_c)] + \\
 20 \quad (Z_p - Z) &= y \cdot (Z_p - Z_y) + m \cdot (Z_p - Z_m) + c \cdot (Z_p - Z_c) + \\
 & y \cdot m \cdot [(Z_p - Z_r) - (Z_p - Z_y) - (Z_p - Z_m)] + \\
 & y \cdot c \cdot [(Z_p - Z_g) - (Z_p - Z_y) - (Z_p - Z_c)] + \\
 & m \cdot c \cdot [(Z_p - Z_b) - (Z_p - Z_m) - (Z_p - Z_c)] + \\
 25 \quad & y \cdot m \cdot c \cdot [(Z_p - Z_k) + (Z_p - Z_y) + (Z_p - Z_m) + (Z_p - Z_c) - (Z_p - Z_r) - (Z_p - Z_g) - (Z_p - Z_b)]
 \end{aligned}$$

Da eine direkte Berechnung der Flächendeckungswerte c, m und y aus den neuen Gleichungen nicht möglich ist, können die Flächendeckungswerte c, m und y nur nach einem iterativen Verfahren berechnet werden.

30 Eine vorteilhafte Näherungslösung zur Berechnung der Flächendeckungswerte c, m und y ergibt sich unter Vernachlässigung der Werte für den Übereinanderdruck nach den Gleichungen:

$$\begin{aligned}
 (X_p - X) &= y' \cdot (X_p - X_y) + m' \cdot (X_p - X_m) + c' \cdot (X_p - X_c) \\
 (Y_p - Y) &= y' \cdot (Y_p - Y_y) + m' \cdot (Y_p - Y_m) + c' \cdot (Y_p - Y_c) \\
 (Z_p - Z) &= y' \cdot (Z_p - Z_y) + m' \cdot (Z_p - Z_m) + c' \cdot (Z_p - Z_c)
 \end{aligned}$$

35 bzw. in Matrix-Schreibweise:

$$\begin{bmatrix} X_p - X \\ Y_p - Y \\ Z_p - Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_p - X_y & X_p - X_m & X_p - X_c \\ Y_p - Y_y & Y_p - Y_m & Y_p - Y_c \\ Z_p - Z_y & Z_p - Z_m & Z_p - Z_c \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} y' \\ m' \\ c' \end{bmatrix}$$

durch Matrix-Invertierung zu:

$$\begin{bmatrix} y' \\ m' \\ c' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_p - X_y & X_p - X_m & X_p - X_c \\ Y_p - Y_y & Y_p - Y_m & Y_p - Y_c \\ Z_p - Z_y & Z_p - Z_m & Z_p - Z_c \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} X_p - X \\ Y_p - Y \\ Z_p - Z \end{bmatrix}$$

60 Diese Näherung gilt, solange die Produkte der Flächendeckung $y \cdot m, y \cdot c, m \cdot c$ und $y \cdot m \cdot c$ klein gegenüber den Einzelwerten y, m und c sind. Die Näherungslösung kann als Start für eine iterative Berechnung genutzt werden.

Einsetzen der Näherungswerte in die Neugebauer-Gleichungen liefert

$$\begin{aligned}
 65 \quad (X_p - X') &= y' \cdot (X_p - X_y) + m' \cdot (X_p - X_m) + \dots \\
 (Y_p - Y') &= y' \cdot (Y_p - Y_y) + m' \cdot (Y_p - Y_m) + \dots \\
 (Z_p - Z') &= y' \cdot (Z_p - Z_y) + m' \cdot (Z_p - Z_m) + \dots
 \end{aligned}$$

Der Fehler der Näherungslösung beträgt

$$\begin{aligned}dX &= (X_p - X) - (X_p - X') \\dY &= (Y_p - Y) - (Y_p - Y') \\dZ &= (Z_p - Z) - (Z_p - Z')\end{aligned}$$

5

Zur Berechnung von Korrekturwerten dy , dm und dc wird eine Reihen-Entwicklung der folgenden Form durchgeführt:

10

$$\begin{aligned}dX &= dy * \frac{\delta(X_p - X)}{\delta y} + dm * \frac{\delta(X_p - X)}{\delta m} + dc * \frac{\delta(X_p - X)}{\delta c} \\dY &= dy * \frac{\delta(Y_p - Y)}{\delta y} + dm * \frac{\delta(Y_p - Y)}{\delta m} + dc * \frac{\delta(Y_p - Y)}{\delta c} \\dZ &= dy * \frac{\delta(Z_p - Z)}{\delta y} + dm * \frac{\delta(Z_p - Z)}{\delta m} + dc * \frac{\delta(Z_p - Z)}{\delta c}\end{aligned}$$

15

20

Für die Korrekturwerte dy , dm und dc folgt in Matrizen-Schreibweise:

$$\begin{bmatrix} dy \\ dm \\ dc \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta X / \delta y & \delta X / \delta m & \delta X / \delta c \\ \delta Y / \delta y & \delta Y / \delta m & \delta Y / \delta c \\ \delta Z / \delta y & \delta Z / \delta m & \delta Z / \delta c \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix}$$

25

mit den partiellen Ableitungen:

30

$$\begin{aligned}\delta X / \delta y &= \frac{\delta(X_p - X)}{\delta y} = (X_p - X_y) + m' * [(X_p - X_r) + \dots \\ \delta X / \delta m &= \frac{\delta(X_p - X)}{\delta m} = (X_p - X_m) + y' * [(X_p - X_r) + \dots \\ \delta X / \delta c &= \frac{\delta(X_p - X)}{\delta c} = (X_p - X_c) + y' * [(X_p - X_r) + \dots\end{aligned}$$

35

40

Für die partiellen Ableitungen von y und z gelten äquivalente Beziehungen.

Die errechneten Korrekturwerte dy , dm und dc werden zu den Näherungswerten addiert

$$\begin{aligned}y'' &= y' + dy \\ m'' &= m' + dm \\ c'' &= c' + dc\end{aligned}$$

45

und bilden die Startwerte für einen weiteren Iterationszyklus. Die Iteration wird abgebrochen, wenn der Korrekturwertvektor eine untere Schranke erreicht. Die Flächendeckungswerte y , m , c werden für alle L^* , a^* , b^* der Stützpunkte der Farbraumtransformations-Füllung berechnet.

50

In einem anderen Verfahrensschritt [D] erfolgt die Ermittlung der zugehörigen Flächendeckungswerte k für den Farbauszug "Schwarz" (Schwarzauszug) aus den im Verfahrensschritt [C] berechneten Flächendeckungswerten c , m und y nach der Gleichung:

55

$$k = f(c, m, y)$$

Der zusätzliche Druck der Farbe "Schwarz" (Skelett-Schwarz) dient dazu, den Bildkontrast in den tiefen Farbtönen zu erhöhen und die Grauwerte im Mittel- und Tiefenbereich zu stabilisieren.

Im Standarddruckverfahren wird die Farbe "Schwarz" zusätzlich zu den anderen Farben gedruckt (Skelett-Schwarz). Es ist aber auch möglich, einen Teil der Tertiärfarbe durch "Schwarz" zu ersetzen. Die Fachbezeichnung hierfür ist Grey-Component-Replacement (GCR).

60

Die Flächendeckungswerte k für den Farbauszug "Schwarz" können beispielsweise aus dem Minimum der Flächendeckungswerte c , m und y der drei bunten Farbauszüge nach folgender Gleichung

65

$$k = a * \min(c'', m'', y'') > a \leq 1.0$$

ermittelt werden.

Der Minimalwert kann über eine Gradations-Kennlinie in die Flächendeckungswerte k umgerechnet werden. Durch das Hinzufügen des "Skelettschwarz" oder durch den Austausch des "Drei-Farben-Grau" durch "Schwarz" wird die Farbe im Druck in der Regel verfälscht. Daher müssen die Flächendeckungswerte c , m und y in einem weiteren Verfahrensschritt korrigiert werden.

In einem weiteren Verfahrensschritt [E] werden dann die im Verfahrensschritt [C] berechneten Flächendeckungswerte c , m und y mittels der entsprechenden Neugebauer-Gleichungen für den Vierfarben-Druck unter Vorgabe der im Verfahrensschritt [D] jeweils berechneten Flächendeckungswerte k in die neuen Flächendeckungswerte c , m und y nach folgendem, zu [C] äquivalenten Verfahren korrigiert:

Für die Farbwerte von Druckfarben im Übereinanderdruck auf Papier als Bedruckstoff gilt im Vierfarben-Druck:

$$(X, Y, Z) = \sum_i \alpha_i * (X_i, Y_i, Z_i)$$

mit

i	α_i	X_i, Y_i, Z_i
0	$(1-y) * (1-m) * (1-c) * (1-k)$	Papierweiß
1	$(y) * (1-m) * (1-c) * (1-k)$	Gelb (G)
2	$(1-y) * (m) * (1-c) * (1-k)$	Magenta (M)
3	$(1-y) * (1-m) * (c) * (1-k)$	Cyan (C)
4	$(y) * (m) * (1-c) * (1-k)$	Gelb + Magenta
5	$(y) * (1-m) * (c) * (1-k)$	Gelb + Cyan
6	$(1-y) * (m) * (c) * (1-k)$	Magenta + Cyan
7	$(y) * (m) * (c) * (1-k)$	G + M + C
8	$(1-y) * (1-m) * (1-c) * (k)$	Schwarz (S)
9	$(y) * (1-m) * (1-c) * (k)$	Schwarz + Gelb
10	$(1-y) * (m) * (1-c) * (k)$	Schwarz + Magenta
11	$(1-y) * (1-m) * (c) * (k)$	Schwarz + Cyan
12	$(y) * (m) * (1-c) * (k)$	Schwarz + G + M
13	$(y) * (1-m) * (c) * (k)$	Schwarz + G + C
14	$(1-y) * (m) * (c) * (k)$	Schwarz + M + C
15	$(y) * (m) * (c) * (k)$	S + G + M + C

und den relativen Flächendeckungswerten der Grundfarben

y = relativer Flächendeckungswert Gelb
 m = relativer Flächendeckungswert Magenta
 c = relativer Flächendeckungswert Cyan
 k = relativer Flächendeckungswert Schwarz

Ausmultiplizieren und Neuzusammenfassen liefert eine Darstellung der Neugebauer-Gleichungen in einem Koordinatensystem mit dem Papierweiß X_0, Y_0, Z_0 als Ursprung:

$$\begin{bmatrix} X_0 - X \\ Y_0 - Y \\ Z_0 - Z \end{bmatrix} = \sum_i \beta_i \cdot \begin{bmatrix} f(X_0 - X_i) \\ f(Y_0 - Y_i) \\ f(Z_0 - Z_i) \end{bmatrix}$$

5

mit

10

i	β_i	$f(X_0 - X_i)$, Y und Z entsprechend
1	y	$(X_0 - X_1)$
2	m	$(X_0 - X_2)$
3	c	$(X_0 - X_3)$
4	y*m	$(X_0 - X_4) - (X_0 - X_1) - (X_0 - X_2)$
5	y*c	$(X_0 - X_5) - (X_0 - X_1) - (X_0 - X_3)$
6	m*c	$(X_0 - X_6) - (X_0 - X_2) - (X_0 - X_3)$
7	y*m*c	$(X_0 - X_7) - (X_0 - X_4) - (X_0 - X_5) - (X_0 - X_6) +$ $+ (X_0 - X_1) + (X_0 - X_2) + (X_0 - X_3)$
8	k	$(X_0 - X_8)$
9	y*k	$(X_0 - X_9) - (X_0 - X_1) - (X_0 - X_8)$
10	m*k	$(X_0 - X_{10}) - (X_0 - X_2) - (X_0 - X_8)$
11	c*k	$(X_0 - X_{11}) - (X_0 - X_3) - (X_0 - X_8)$
12	y*m*k	$(X_0 - X_{12}) - (X_0 - X_4) - (X_0 - X_9) - (X_0 - X_{10}) +$ $+ (X_0 - X_1) + (X_0 - X_2) + (X_0 - X_8)$
13	y*c*k	$(X_0 - X_{13}) - (X_0 - X_5) - (X_0 - X_9) - (X_0 - X_{11}) +$ $+ (X_0 - X_1) + (X_0 - X_3) + (X_0 - X_8)$
14	m*c*k	$(X_0 - X_{14}) - (X_0 - X_6) - (X_0 - X_{10}) - (X_0 - X_{11}) +$ $+ (X_0 - X_2) + (X_0 - X_3) + (X_0 - X_8)$
15	y*m*c*k	$(X_0 - X_{15}) - (X_0 - X_7) - (X_0 - X_{12}) - (X_0 - X_{13}) -$ $- (X_0 - X_{14}) - (X_0 - X_1) - (X_0 - X_2) -$ $- (X_0 - X_3) - (X_0 - X_8) +$ $+ (X_0 - X_4) + (X_0 - X_5) + (X_0 - X_6) +$ $+ (X_0 - X_9) + (X_0 - X_{10}) + (X_0 - X_{11})$

15

20

25

30

35

40

45

50

55

und den Normfarbwerten X_i, Y_i, Z_i der Druckfarben und ihrer Übereinanderdrucke.

Wie im Verfahrensschritt [C] erfolgt eine Näherungslösung für die Flächendeckungswerte:

60

$$\begin{aligned} (X_0 - X) &= y' \cdot (X_0 - X_1) \cdot m' \cdot (X_0 - X_2) + c' \cdot (X_0 - X_3) \\ (Y_0 - Y) &= y' \cdot (Y_0 - Y_1) \cdot m' \cdot (Y_0 - Y_2) + c' \cdot (Y_0 - Y_3) \\ (Z_0 - Z) &= y' \cdot (Z_0 - Z_1) \cdot m' \cdot (Z_0 - Z_2) + c' \cdot (Z_0 - Z_3) \end{aligned}$$

bzw. in Matrizen-Schreibweise

65

$$\begin{bmatrix} (X_0-X) \\ (Y_0-Y) \\ (Z_0-Z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (X_0-X_1) & (X_0-X_2) & (X_0-X_3) \\ (Y_0-Y_1) & (Y_0-Y_2) & (Y_0-Y_3) \\ (Z_0-Z_1) & (Z_0-Z_2) & (Z_0-Z_3) \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} y' \\ m' \\ c' \end{bmatrix}$$

durch Matrix-Invertierung

10

$$\begin{bmatrix} y' \\ m' \\ c' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (X_0-X_1) & (X_0-X_2) & (X_0-X_3) \\ (Y_0-Y_1) & (Y_0-Y_2) & (Y_0-Y_3) \\ (Z_0-Z_1) & (Z_0-Z_2) & (Z_0-Z_3) \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} (X_0-X) \\ (Y_0-Y) \\ (Z_0-Z) \end{bmatrix}$$

15

Diese Näherung gilt, solange die Produkte der Flächendeckungswerte $y \cdot m$, $y \cdot c$, $m \cdot c$, ... klein gegenüber den Einzelwerten y , m und c sind.

20

Die Näherungslösung kann wiederum als Start für eine iterative Berechnung genutzt werden. Einsetzen der Näherungswerte in die Neugebauer-Gleichungen liefert:

$$\begin{aligned} (X_0-X') &= y' \cdot (X_0-X_1) + m' \cdot (X_0-X_2) + \dots \\ (Y_0-Y') &= y' \cdot (Y_0-Y_1) + m' \cdot (Y_0-Y_2) + \dots \\ (Z_0-Z') &= y' \cdot (Z_0-Z_1) + m' \cdot (Z_0-Z_2) + \dots \end{aligned}$$

25

Der Fehler der Näherungslösung beträgt:

30

$$\begin{aligned} dX &= (X_0-X) - (X_0-X') \\ dY &= (Y_0-Y) - (Y_0-Y') \\ dZ &= (Z_0-Z) - (Z_0-Z') \end{aligned}$$

Zur Berechnung von Korrekturwerten dy , dm und dc wird wieder eine Reihen-Entwicklung durchgeführt

35

$$\begin{aligned} dX &= dy * \frac{\delta(X_0-X)}{\delta y} + dm * \frac{\delta(X_0-X)}{\delta m} + dc * \frac{\delta(X_0-X)}{\delta c} \\ dY &= dy * \frac{\delta(Y_0-Y)}{\delta y} + dm * \frac{\delta(Y_0-Y)}{\delta m} + dc * \frac{\delta(Y_0-Y)}{\delta c} \\ dZ &= dy * \frac{\delta(Z_0-Z)}{\delta y} + dm * \frac{\delta(Z_0-Z)}{\delta m} + dc * \frac{\delta(Z_0-Z)}{\delta c} \end{aligned}$$

40

45

Für die Korrekturwerte dy , dm und dc folgt in Matrizen-Schreibweise

$$\begin{bmatrix} dy \\ dm \\ dc \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta X / \delta y & \delta X / \delta m & \delta X / \delta c \\ \delta Y / \delta y & \delta Y / \delta m & \delta Y / \delta c \\ \delta Z / \delta y & \delta Z / \delta m & \delta Z / \delta c \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix}$$

55

mit den partiellen Ableitungen:

$$\begin{aligned} \delta X / \delta y &= \frac{\delta(X_0-X)}{\delta y} = (X_0-X_1) + m' * [(X_0-X_2) + \dots \\ \delta X / \delta m &= \frac{\delta(X_0-X)}{\delta m} = (X_0-X_2) + y' * [(X_0-X_4) + \dots \\ \delta X / \delta c &= \frac{\delta(X_0-X)}{\delta c} = (X_0-X_3) + y' * [(X_0-X_4) + \dots \end{aligned}$$

65

Für die partiellen Ableitungen von y und z gelten äquivalente Beziehungen.
Die errechneten Korrekturwerte dy, dm und dc werden zu den Näherungswerten addiert

$$\begin{aligned}y'' &= y' + dy \\m'' &= m' + dm \\c'' &= c' + dc\end{aligned}$$

5

und bilden die Startwerte für einen weiteren Iterationszyklus. Die Iteration wird abgebrochen, wenn der Korrekturwertvektor eine untere Schranke erreicht hat. Die Flächendeckungswerte y, m, c werden für alle Farbwerte L^* , a^* , b^* der Stützpunkte der Farbraumtransformations-Füllung berechnet, wobei der funktionale Zusammenhang zum Schwarz k vorgegeben wird.

10

Nach der Korrektur der Flächendeckungswerte c, m und y wird in vorteilhafter Weise noch überprüft, ob die Summe der Flächendeckungswerte c, m, y und k größer als ein vorgegebener Grenzwert ist. Ist dies der Fall, werden die Flächendeckungswerte k in kleinen Stufen erhöht, was nur möglich ist, wenn die Flächendeckungswerte c, m und y größer als Null sind, und dann eine Neuberechnung nach Verfahrensschritt [E] vorgenommen. Anderenfalls wird zu Verfahrensschritt [F] übergegangen.

15

In einem weiteren Verfahrensschritt [F] werden schließlich zwecks einer Druckprozeß-Anpassung die in den Verfahrensschritten [D] und [E] ermittelten effektiven Flächendeckungswerte c, m, y und k, welche ein Maß für die Größe der Rasterpunkte (Druckpunkte) der Druckfarben auf dem Bedruckstoff sind, unter Berücksichtigung des Punktzuwachses in die für die Belichtung der Farbauszüge mittels eines Farbauszugs-Belichters erforderlichen Farbauszugswerte C, M, Y und K umgerechnet, welche ein Maß für die auf den Farbauszugsfilmen zu erreichenden Rasterdichten sind.

20

Im Druckbild ist die optische Erscheinung der Rasterpunkte größer als die tatsächliche Größe des Rasterpunktes. Dieser Effekt wird als Punktzuwachs bezeichnet. Der Punktzuwachs resultiert daraus, daß durch Lichtfang an den Grenzen des Rasterpunktes eine optische Vergrößerung hervorgerufen wird, die von Form und Größe der Rasterpunkte abhängig ist. Die Übertragungs-Kennlinie für den Punktzuwachs im Druck läßt sich näherungsweise analytisch nach folgender Gleichung beschreiben:

25

Punktzuwachs im Druck

30

$$Fd = \frac{1 - L^{Fv/100}}{1 - L} * 100 \quad \text{mit} \quad L = \left[\frac{50 - F50}{50 + F50} \right]^2$$

35

und

40

F_d = Flächendeckungswert im Druck in %

F_v = Flächendeckungswert des Farbauszugsfilms in %

F_{50} = Punktzuwachs beim 50% Rasterpunkt des Farbauszugsfilms in %

Aus der obigen Gleichung läßt sich eine inverse Punktzuwachs-Korrektur bestimmen, nach der die effektiven Flächendeckungswerte c, m, y und k für den Druck in die Farbauszugswerte C, M, Y und K für die Belichtung der Farbauszüge auf einem Filmmaterial korrigiert werden. Die inverse Gleichung lautet:

45

Punktzuwachskorrektur auf Film

50

$$Fv = \frac{\ln(1 - Fd * (1 - L) / 100)}{\ln(L)}$$

55

Die zuvor beschriebenen Verfahrensschritte werden für jeden Stützpunkt (i, j, k) des Stützpunkt-Gerüsts im CIELAB-Farbraum wiederholt. Die für jeden Stützpunkt in Abhängigkeit von den zugehörigen Farbwerten L^* , a^* und b^* näherungsweise berechneten Farbauszugswerte C, Y, M, Y und K werden als Druck-Tabelle über den Eingang 13 in die LUT des Ausgabe-Farbumsetzers 12 des Farbbild-Bearbeitungssystems nach Fig. 1 geladen.

60

Danach erfolgt die Farbwert-Kalibrierung der näherungsweise berechneten Druck-Tabelle.

Farbwert-Kalibrierung der näherungsweise berechneten Druck-Tabelle

Fig. 3 zeigt ein Ablauf-Diagramm zur Farbwert-Kalibrierung und Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Einrichtung zur Ermittlung von Korrekturwerten für die Farbwert-Kalibrierung.

65

Die Einrichtung nach Fig. 4 besteht aus einer Datenquelle 14 zur Speicherung der Farbdaten einer Testtafel, dem Ausgabe-Farbumsetzer 12 nach Fig. 1, einer Vergleichs-Stufe 15 zur Ermittlung von Korrekturwerten und

einem Farbmeßgerät 16 zum farbmtrischen Ausmessen eines Andrucks 17 oder Proofs einer Testtafel. Der Ausgabe-Farbumsetzer 12 weist eine Korrekturwert-Stufe 18 zur Ermittlung von korrigierten Farbwerten und einen Umsetzungs-Speicher 19 zur Ablage der näherungsweise berechneten Druck-Tabelle C, M, Y, K = f(L*, a*, b*) auf.

5 Bei der Farbwert-Kalibrierung laufen folgende Verfahrensschritte [G] bis [K] ab:

In einem Verfahrensschritt [G] wird zunächst eine Testtafel mit einer Anzahl (j) von Farbfeldern generiert, deren Farbwerte in einem standardisierten Kommunikations-Farbraum, beispielsweise als Farbwerte L*, a* und b* des CIELAB-Farbraumes, definiert sind. Anzahl und Verteilung der Farbfelder bestimmen die Qualität der Farbwert-Kalibrierung. Die Farbfelder sollten gleichabständig im Druck-Farbraum verteilt sein. Als Testtafel

10 kann z. B. eine zur Farbtafel der Firma Kodak (Q-60A oder C) äquivalente Anordnung verwendet werden.

Die Farbwerte L*j(v), a*j(v) und b*j(v) der einzelnen Farbfelder (j) der Testtafel können bereits als digitalisierte Farbdaten vorliegen oder durch optoelektronische Abtastung der Testtafel in einem kalibrierten Farbscanner gewonnen werden. Die Farbwerte L*j(v), a*j(v) und b*j(v), welche Sollwerte für den Druckprozeß darstellen, sind in der Datenquelle 14 der Einrichtung abgelegt.

15 In einem anschließenden Verfahrensschritt [H] werden die Druckformen der Testtafel belichtet und anschließend die Testtafel mit einer Andruckmaschine mit dem für den späteren Nutzdruck vorgesehenen Druckverfahren und auf dem vorgesehenen Bedruckstoff angedruckt oder als Proof mit einem geeigneten Proof-Verfahren erstellt.

Die Herstellung der Druckformen erfolgt beispielsweise mittels eines Farbauszugs-Recorders. Die Farbdaten L*j(v), a*j(v) und b*j(v) der Testtafel werden zunächst mittels der im Umsetzungs-Speicher 19 des Farbumsetzers 12 abgelegten Druck-Tabelle C, M, Y, K = f(L*, a*, b*) in die Farbauszugswerte C, M, Y und K umgeformt, wobei der Korrekturwert-Speicher 18 unwirksam ist. Mit den Farbauszugswerten C, M, Y und K werden dann die Farbauszüge punkt- und zeilenweise auf Film belichtet.

25 In einem weiteren Verfahrensschritt [I] werden die Farbwerte L*j(m), a*j(m) und b*j(m) der Farbfelder des Andrucks 17 oder des Proofs farbmtrisch mit einem geeigneten Farbmeßgerät 16, z. B. mit einem Spektralphotometer als Istwerte ausgemessen. Falls das Spektralphotometer nur die Normfarbwerte Xj(m), Yj(m) und Zj(m) der Farbfelder mißt, müssen sie in die Farbwerte L*j(m), a*j(m) und b*j(m) transformiert werden. Voraussetzung für eine exakte Bestimmung der Farbwerte L*j(m), a*j(m) und b*j(m) ist, daß das Bezugs-Weiß (Referenz-Weiß) der Testtafel und des Andrucks bzw. Proofs gleich sind. Anderenfalls ist eine Farbumstimmungs-Transformation erforderlich.

In einem weiteren Verfahrensschritt [J] werden die Farbwerte L*j(v), a*j(v) und b*j(v) der Farbfelder der Testtafel mit den gemessenen Farbwerten L*j(m), a*j(m) und b*j(m) der entsprechenden Farbfelder des Andrucks 17 in einem Vergleich 15 miteinander verglichen und aus dem Vergleich-Farbdifferenzwerte L*j(m) - L*j(v), a*j(m) - a*j(v) und b*j(m) - b*j(v) ermittelt.

35 In einem weiteren Verfahrensschritt [K] werden dann aus den Farbdifferenzwerten L*j(m) - L*j(v), a*j(m) - a*j(v) und b*j(m) - b*j(v) werden dann KorrekturfFarbwerte dL*, da* und db* in Form einer Korrekturwert-Tabelle berechnet und die korrigierten Farbwerte L*KOR, a*KOR und b*KOR in einer Korrekturwert-Stufe 18 durch eine gewichtete Addition von KorrekturfFarbwerten dL*, da* und db* und den Farbwerten L*j(v), a*j(v) und b*j(v) nach folgenden Gleichungen ermittelt:

$$\begin{aligned} L^*_{KOR} &= L^*_{j(v)} + dL^* \\ a^*_{KOR} &= a^*_{j(v)} + da^* \\ b^*_{KOR} &= b^*_{j(v)} + db^* \end{aligned}$$

45 Zur Ermittlung der korrigierten Farbwerte L*KOR, a*KOR und b*KOR können zwei Wege beschritten werden. Zum ersten können die KorrekturfFarbwerte dL*, da* und db* gespeichert und dann während der eigentlichen Farbtransformation den Farbwerten L*, a* und b* der Druck-Tabelle laufend in der Korrekturwert-Stufe 18 hinzuaddiert werden. Zum zweiten kann die Addition der KorrekturfFarbwerte dL*, da* und db* und der Farbwerte L*, a* und b* vor der eigentlichen Farbtransformation zur Bildung der korrigierten Farbwerte

50 L*KOR, a*KOR und b*KOR erfolgen. Die korrigierten Farbwerte L*KOR, a*KOR und b*KOR werden dann in der Korrekturwert-Stufe 18 gespeichert und während der Farbtransformation aus der Korrekturwert-Stufe 18 ausgelesen und weiterverarbeitet.

In zweckmäßiger Weise werden die Farbwerte L*j(v), a*j(v) und b*j(v) der Druck-Tabelle und die zugehörigen KorrekturfFarbwerte dL*, da* und db* nur für ein Stützgerüst des theoretisch möglichen Farbraumes

55 berechnet und die bei der späteren laufenden Farbumsetzung tatsächlich benötigten korrigierten Farbwerte L*KOR, a*KOR und b*KOR durch Interpolation im Stützgerüst ermittelt.

Bei einem Stützpunktgerüst mit beispielsweise 32 x 32 x 32 = 32 768 Stützstellen für die Farbwerte ist es zweckmäßig, die Farbwert-Kalibrierung nach einem Ausgleichs-Verfahren mit einer geringeren Anzahl von Farbwerten durchzuführen.

60 Die Berechnung der KorrekturfFarbwerte dL*, da* und db* nach dem Ausgleichs-Verfahren erfolgt in vorteilhafter Weise durch eine farbmtrische Abstandsbewertung mittels einer Gewichtungs- oder Abstands-Funktion f(j) gemäß folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} dL^* &= \sum_j [f(j) \times (L^*_{j(m)} - L^*_{j(v)})] / \sum_j [f(j)] \\ da^* &= \sum_j [f(j) \times (a^*_{j(m)} - a^*_{j(v)})] / \sum_j [f(j)] \\ db^* &= \sum_j [f(j) \times (b^*_{j(m)} - b^*_{j(v)})] / \sum_j [f(j)] \end{aligned}$$

wobei bedeuten:

dL^*, da^*, db^* = KorrekturfARBwerte
 $L^*(v), a^*(v), b^*(v)$ = Meßwerte Testtafel
 $L^*(m), a^*(m), b^*(m)$ = Meßwerte Andruck und
 $f(j)$ = Abstands-Funktion
 j = Laufindex

5

Dabei läuft die Summation j über alle Farbfelder der Testtafel.

Die Abstands-Funktion $f(j)$ ist z. B. in zweckmäßiger Weise eine inverse Funktion 4. Ordnung nach folgender Gleichung:

10

$$f(j) = 1/[(L^* - L^*(m))^2 + (a^* - a^*(m))^2 + (b^* - b^*(m))^2]^2$$

Die Abstands-Funktion $f(j)$ berücksichtigt Farbfelder der Testtafel in der Nähe der aktuellen Stützstelle stärker als weiter entfernte Farbfelder. Die Wahl der Abstands-Funktion bestimmt die Güte und Konvergenz des Verfahrens.

15

Damit ist das Verfahren abgeschlossen und die Ausgabe-Farbtransformation berechnet. Stellt sich heraus, daß der Fehler bei einem bestimmten Anwendungsfall zu groß ist, kann das Verfahren mit dieser neuen angenäher-ten Druck-Tabelle wiederholt werden bis die gewünschte Abweichung erreicht bzw. unterschritten ist.

Fig. 5 zeigt den prinzipiellen Aufbau des dreidimensionalen Ausgabe-Farbumsetzers 12 mit einem dreidimen-sionalen Tabellen-Speicher 20, auch mit Look-Up-Table (LUT) bezeichnet, und einer Interpolations-Stufe 21 für den Fall, daß die Druck-Tabelle zunächst nur für ein Stützpunkt-Gerüst von grob gestuften Farbwerten berech-net wird und die während des Betriebes tatsächlich benötigten Ausgangs-Farbwerte durch eine dreidimensiona-le Interpolations-Rechnung ermittelt werden. Die zuvor berechnete, grob gestufte Druck-Tabelle wurde über den Eingang 13 des Eingabe-Farbumsetzers 12 in dem Tabellen-Speicher 20 abgelegt. Die Eingangs-Farbwerte $E1, E2$ und $E3$ des Eingabe-Umsetzers 12, beispielsweise die Farbwerte L^*, a^* und b^* werden zunächst in einem Register 22 zwischengespeichert und für die weiteren Operationen in beispielsweise fünf hochwertige Bits (MSB) und drei niederwertige Bits (LSB) zerlegt, wobei die hochwertigen Bits dem Tabellen-Speicher 20 als Adressen und die niederwertigen Bits der Interpolations-Stufe 21 als Rechengröße zugeführt werden. In der Interpolations-Stufe 21 werden dann aus den den niederwertigen Bits und den entsprechenden Stützpunkten, die der Interpolations-Stufe 21 über eine Leitung 23 zugeführt werden, Interpolationswerte berechnet. Die Interpo-lationswerte werden mit den Stützwerten in einem Addierer 24 zu den Ausgangs-Farbwerten $A1, A2$ und $A3$ des Ausgabe-Farbumsetzers 12, beispielsweise zu den Farbauszugswerten C, M und Y verknüpft und in einem Ausgangsregister 25 abgelegt.

20

25

30

Patentansprüche

35

1. Verfahren zur Umsetzung von Farbwerten eines ersten Farbraumes in Farbauszugswerte eines einen Druckprozeß charakterisierenden Druck-Farbraumes bei Geräten und Systemen für die Farbbildbearbei-tung, dadurch gekennzeichnet, daß zwecks exakter Anpassung der Farbauszugswerte $[C, M, Y, K]$ des Druck-Farbraumes an den jeweiligen Druckprozeß

40

— zunächst aus den Farbwerten $[L^*, a^*, b^*]$ des ersten Farbraumes die funktionsmäßig zugeordneten Farbauszugswerte $[C, M, Y, K]$ als Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ unter Berücksichtigung der Druckfarben des jeweiligen Druck-Farbraumes des späteren Druckverfahrens, der farbmetrischen Eigenschaften des später verwendeten Bedruckstoffes und den Druckprozeß-Parametern näherungs-weise analytisch berechnet werden und anschließend

45

— die berechnete Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ durch eine Farbwert-Kalibrierung korrigiert wird, indem durch Vergleich der die Farben einer Testtafel charakterisierende Farbwerte $[L^*(v), a^*(v), b^*(v)]$ des ersten Farbraumes mit den farbmetrisch ausgemessenen Farbwerten $[L^*(m), a^*(m), b^*(m)]$ der entsprechenden Farben der als Andruck oder Proof hergestellten Testtafel Korrekturwerte $[dL^*, da^*, db^*]$ ermittelt und die Tabellenwerte der Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ durch die Korrekturwerte $[dL^*, da^*, db^*]$ korrigiert werden.

50

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als erster Farbraum ein empfindungsgemäß, gleichabständig gestufter Farbraum (Norm-Farbraum, beispielsweise der CIELAB-Farbraum, verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur näherungsweisen analytischen Berechnung der Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$

55

— die Farbwerte $[L^*, a^*, b^*]$ des ersten Farbraumes unter Berücksichtigung der Lichtart in die Normfarbwerte $[X, Y, Z]$ des CIE 1931 XYZ-Farbraumes transformiert werden,

— die Normfarbwerte $[X, Y, Z]$ durch eine Farbumstimmungs-Transformation auf das Bezugsweiß des jeweiligen Bedruckstoffes hin umgestimmt werden,

60

— aus den umgestimmten Normfarbwerten $[X', Y', Z']$ mit Hilfe der Neugebauer-Gleichungen für den Dreifarben-Druck die effektiven Flächendeckungswerte $[c, m, y]$ berechnet werden, welche ein Maß für die Rasterpunktgrößen der drei Druckfarben auf dem Bedruckstoff sind,

— aus den effektiven Flächendeckungswerten $[c, m, y]$ der drei bunten Druckfarben die funktionsmäßig zugehörigen Flächendeckungswerte $[k]$ für die Druckfarbe "Schwarz" (Schwarzauszug) berechnet werden,

65

— aus den effektiven Flächendeckungswerten $[c, m, y]$ der drei bunten Druckfarben mit Hilfe der Neugebauer-Gleichungen für den Vierfarben-Druck unter Vorgabe der Flächendeckungswerte $[k]$ der

Druckfarbe "Schwarz" korrigierte effektive Flächendeckungswerte $[c, m, y]$ berechnet werden und
 — die korrigierten effektiven Flächendeckungswerte $[c, m, y]$ sowie dem Wert $[k]$ unter Berücksichtigung des Punktzuwachses im Druck in die Farbauszugswerte $[C, M, Y, K]$ der Druck-Tabelle umgerechnet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbumstimmungs-Transformation der Normfarbwerte $[X, Y, Z]$ nach der "von Kries"-Transformation durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächendeckungswerte $[k]$ für die Druckfarbe "Schwarz" aus dem jeweiligen Minimalwert der effektiven Flächendeckungswerte $[c'', m'', y'']$ der drei bunten Druckfarben berechnet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß

— die Berechnung und Korrektur der effektiven Flächendeckungswerte mit Hilfe der Neugebauer-Gleichungen für den Dreifarben-Druck und Vierfarben-Druck iterativ nach einem Näherungsverfahren unter Vernachlässigung der durch den Übereinanderdruck von Rasterpunkten entstandenen Farbwerte durchgeführt wird,

— der Fehler der Näherungslösung mit einem durch eine Reihen-Entwicklung gewonnenen Korrekturwert korrigiert wird und

— die Iteration abgebrochen wird, sobald der Korrekturwert einen vorgebbaren unteren Grenzwert erreicht hat.

7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß

— nach der Farbumstimmungs-Transformation überprüft wird, ob die umgestimmten Normfarbwerte $[X', Y', Z']$ im jeweiligen Druck-Farbraum liegen und

— falls die umgestimmten Normfarbwerte $[X', Y', Z']$ nicht im Druck-Farbraum liegen, eine Abbildung der nicht druckbaren Farbwerte auf die Oberfläche des Druck-Farbraumes unter Erhaltung des Farbtones sowie unter gleichmäßiger Reduzierung von Helligkeit $[L^*]$ und Buntheit $[a^*b^*]$ durchgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß

— nach der Korrektur der effektiven Flächendeckungswerte $[c, m, y, k]$ überprüft wird, ob die Summe der Flächendeckungswerte größer als ein vorgebbarer Grenzwert ist und

— falls dies der Fall ist, die Flächendeckungswerte $[k]$ in kleinen Stufen erhöht werden und eine Neuberechnung der Flächendeckungswerte nach den Neugebauer-Gleichungen für den Vierfarben-Druck vorgenommen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Korrektur der näherungsweise berechneten Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$

— eine Anzahl von Farben $[j]$ enthaltene Testtafel generiert und die Farbwerte $[L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)]$ der Farbfelder als Sollwerte ermittelt werden,

— die Soll-Farbwerte $[L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)]$ der Testtafel anhand der näherungsweise berechneten Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ in die Farbauszugswerte $[C, M, Y, K]$ umgewandelt werden,

— die Testtafel mit Hilfe der Farbauszugswerte $[C, M, Y, K]$ auf dem späteren Bedruckstoff angedruckt oder als Proof erstellt wird,

— die Ist-Farbwerte $[L^*j(m), a^*j(m), b^*j(m)]$ der entsprechenden Farben der als Andruck oder Proof vorliegenden Testtafel farbmetrisch ausgemessen werden,

— die Soll-Farbwerte $[L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)]$ und die zugehörigen Ist-Farbwerte $[L^*j(m), a^*j(m), b^*j(m)]$ miteinander verglichen werden, und

— aus den durch Vergleich der Soll-Farbwerte und der Ist-Farbwerte gewonnenen Farbdifferenzwerten entsprechende Korrekturfarbwerte $[dL^*, da^*, db^*]$ für die Farbwerte $[L^*, a^*, b^*]$ der Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ nach einem Ausgleichsverfahren berechnet werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfarbwerte $[dL^*, da^*, db^*]$ aus den Soll-Farbwerten $[L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)]$ und den farbmetrisch gemessenen Ist-Farbwerten $[L^*j(m), a^*j(m), b^*j(m)]$ der Testtafel mit farbmetrischer Abstandsbewertung durch eine Abstands-Funktion $[f(j)]$ nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$\begin{aligned} dL^* &= \sum_j [f(j) \times (L^*j(m) - L^*j(v))] / \sum_j [f(j)] \\ da^* &= \sum_j [f(j) \times (a^*j(m) - a^*j(v))] / \sum_j [f(j)] \\ db^* &= \sum_j [f(j) \times (b^*j(m) - b^*j(v))] / \sum_j [f(j)] \end{aligned}$$

und die korrigierten Farbwerte $[L^*_{KOR}, a^*_{KOR}, b^*_{KOR}]$ aus den Farbwerten $[L^*, a^*, b^*]$ und den Korrekturfarbwerten $[dL^*, da^*, db^*]$ durch Addition nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$\begin{aligned} L^*_{KOR} &= L^* + dL^* \\ a^*_{KOR} &= a^* + da^* \\ b^*_{KOR} &= b^* + db^* \end{aligned}$$

wobei bedeuten:

dL^*, da^*, db^* = Korrekturfarbwerte
 $L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)$ = Meßwerte Testtafel
 $L^*j(m), a^*j(m), b^*j(m)$ = Meßwerte Andruck
 $f(j)$ = Abstands-Funktion

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Abstands-Funktion eine Funktion 4. Ordnung der Form:

$$f(j) = 1/[(L^* - L^*j(m))^2 + (a^* - a^*j(m))^2 + (b^* - b^*j(m))^2]^2$$

verwendet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Testtafel eine Farbtabelle mit farbmétrisch definierten Farbfeldern ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Farben der Farbfelder der Testtafel im Farbraum visuell gleichabständig gewählt sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ist-Farbwerte $[L^*j(m), a^*j(m), b^*j(m)]$ der Farben der Testtafel mittels eines Spektralphotometers, eines Colorimeters oder eines entsprechend kalibrierten Eingabegerätes (1, 2, 3), insbesondere Farbbastasters, ausgemessen werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfarbwerte $[dL^*, da^*, db^*]$ gespeichert und während der laufenden Farbumsetzung den gespeicherten Farbwerten $[L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)]$ vorzeichenrichtig hinzuaddiert werden, um die korrigierten Farbwerte $[L^*_{KOR}, a^*_{KOR}$ und $b^*_{KOR}]$ zu erhalten.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfarbwerte $[dL^*, da^*, db^*]$ vor der laufenden Farbumsetzung den gespeicherten Farbwerten $[L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)]$ vorzeichenrichtig hinzuaddiert werden, um die korrigierten Farbwerte $[L^*_{KOR}, a^*_{KOR}$ und $b^*_{KOR}]$ zu erhalten.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß anhand der korrigierten Farbwerte $[L^*_{KOR}, a^*_{KOR}$ und $b^*_{KOR}]$ eine neue Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ errechnet wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbwerte der Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$ als dreidimensionale Look-Up-Table (LUT) gespeichert werden.

19. Einrichtung zur Umsetzung von Farbwerten eines ersten Farbraumes in die Farbauszugswerte eines Druck-Farbraumes bei Geräten und Systemen für die Farbbildverarbeitung, gekennzeichnet durch

— eine Datenquelle (14) zur Speicherung der Soll-Farbwerte $[L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)]$ der Farben einer Testtafel,

— einen Tabellen-Speicher (19) zur Ablage einer näherungsweise berechneten Druck-Tabelle $[C, M, Y, K = f(L^*, a^*, b^*)]$,

— ein Meßgerät (16) zum farbmétrischen Bestimmen der Ist-Farbwerte $[L^*j(m), a^*j(m), b^*j(m)]$ der Farben eines Andrucks (17) oder Proofs der Testtafel,

— eine Vergleichs-Stufe (15), deren Eingänge mit den Ausgängen der Datenquelle (14) und des Meßgerätes (16) verbunden sind, zum Vergleichen der Soll-Farbwerte $[L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)]$ der Farben der Testtafel mit den gemessenen Ist-Farbwerten $[L^*j(m), a^*j(m), b^*j(m)]$ der Farben des Andrucks (17) oder Proofs der Testtafel und durch

— eine Korrekturwert-Stufe (18), deren Eingänge an die Ausgänge der Datenquelle (14) und der Vergleichs-Stufe (15) und deren Ausgang an den Eingang des Tabellen-Speichers (19) angeschlossen sind, zur Gewinnung von Farbkorrekturwerten $[dL^*, da^*, db^*]$ aus den durch Vergleich der Soll-Farbwerte $[L^*j(v), a^*j(v), b^*j(v)]$ mit den Ist-Farbwerten $[L^*j(m), a^*j(m), b^*j(m)]$ gewonnenen Farbdifferenzwerten und zur Erzeugung von korrigierten Farbwerten $[L^*_{KOR}, a^*_{KOR}$ und $b^*_{KOR}]$ für die Farbumsetzung.

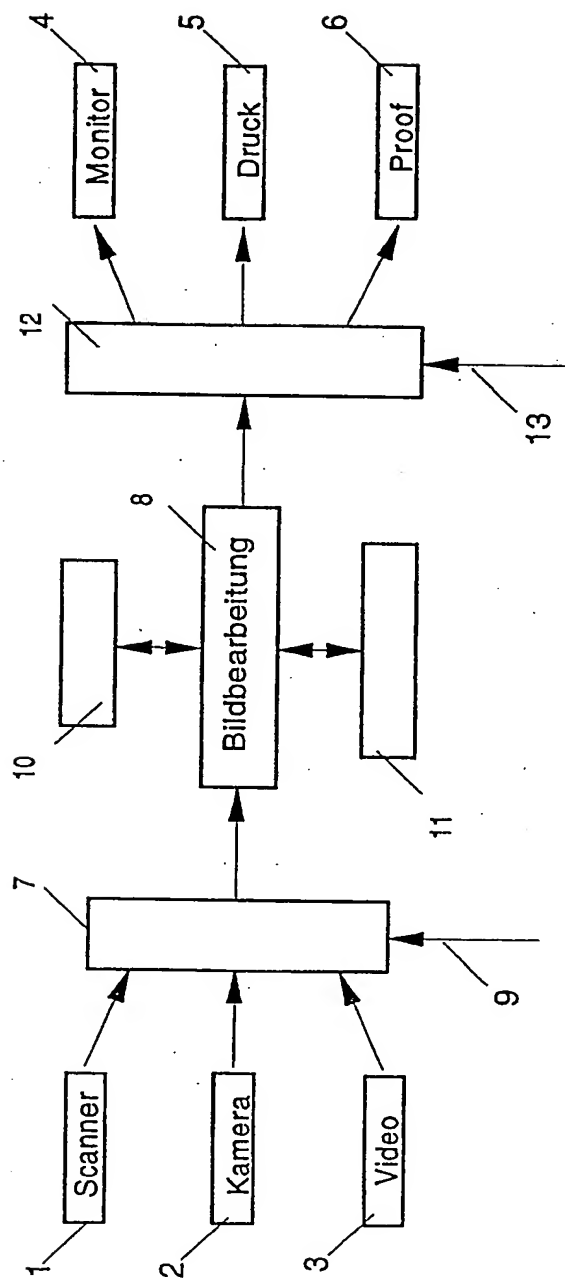
20. Einrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturwert-Stufe (18) einem zweiten Tabellenspeicher zur Ablage der korrigierten Farbwerte $[L^*_{KOR}, a^*_{KOR}$ und $b^*_{KOR}]$ aufweist.

21. Einrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturwert-Stufe (18) einen Interpolator aufweist.

22. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß als Farbmeßgerät (16) ein Colorimeter, ein Spektralphotometer oder ein entsprechend kalibriertes Eingabegerät, vorzugsweise ein Farbbastaster, verwendet wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



Berechnung einer Druck-Tabelle

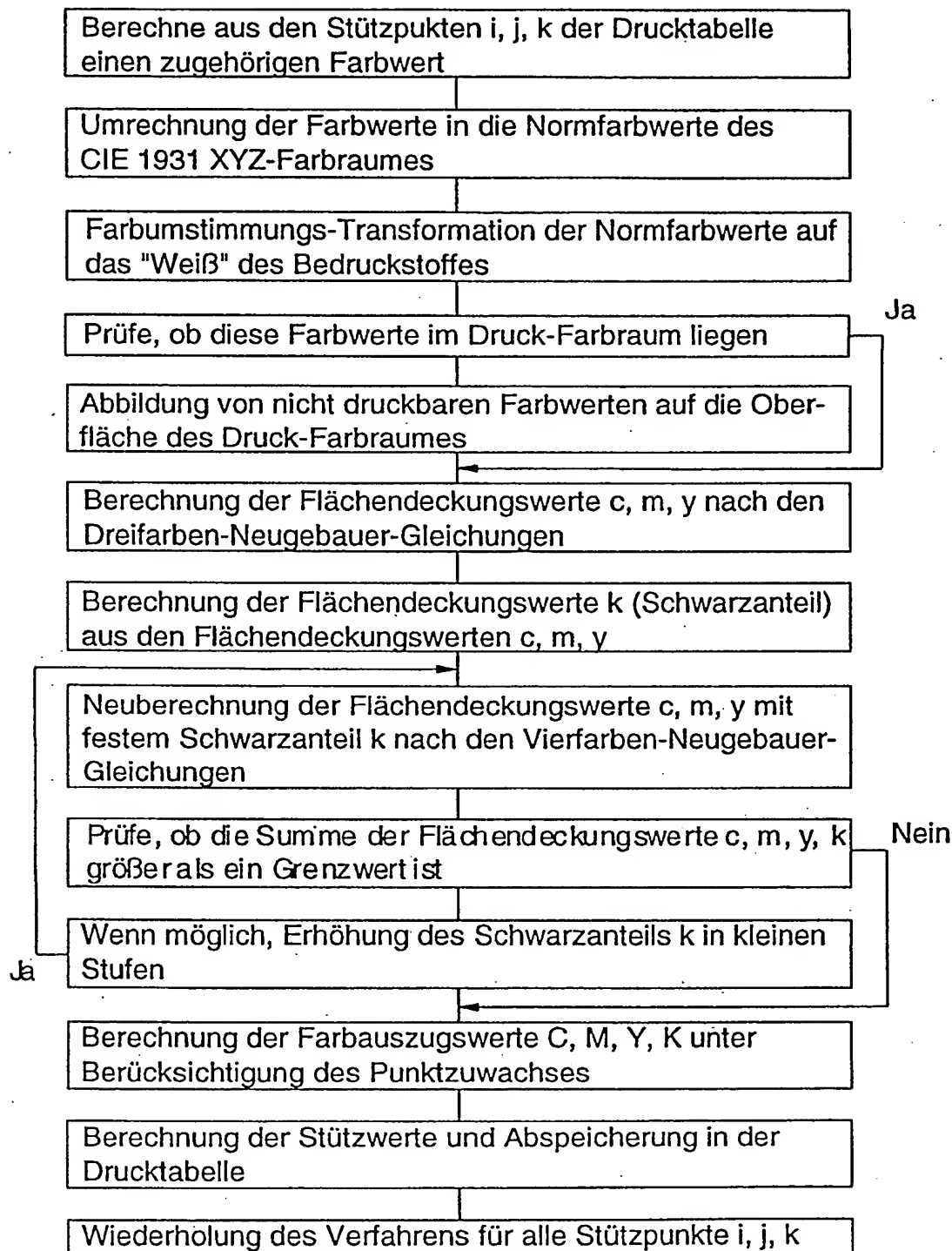


Fig. 2

Kalibrierung einer Druck-Tabelle

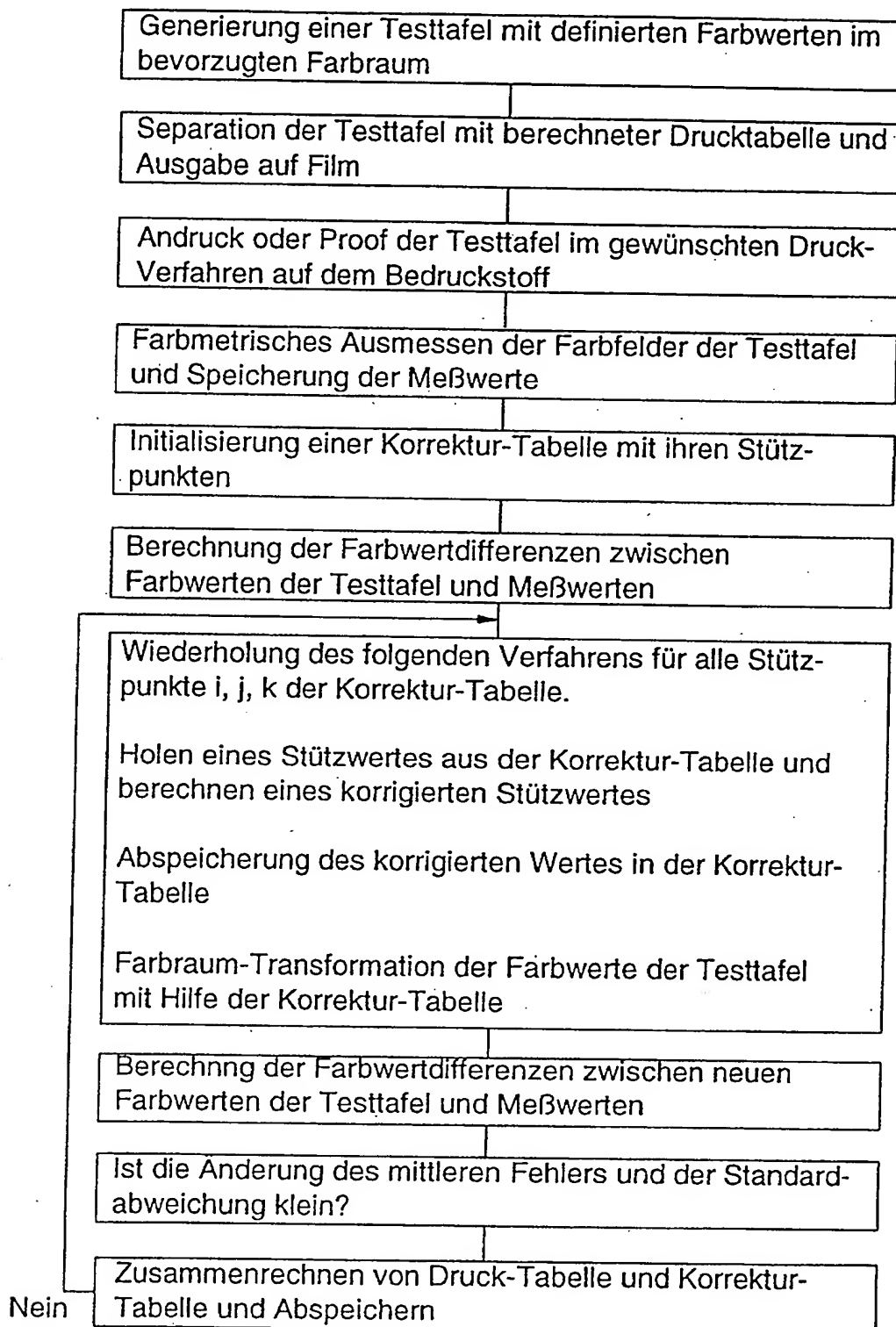


Fig. 3

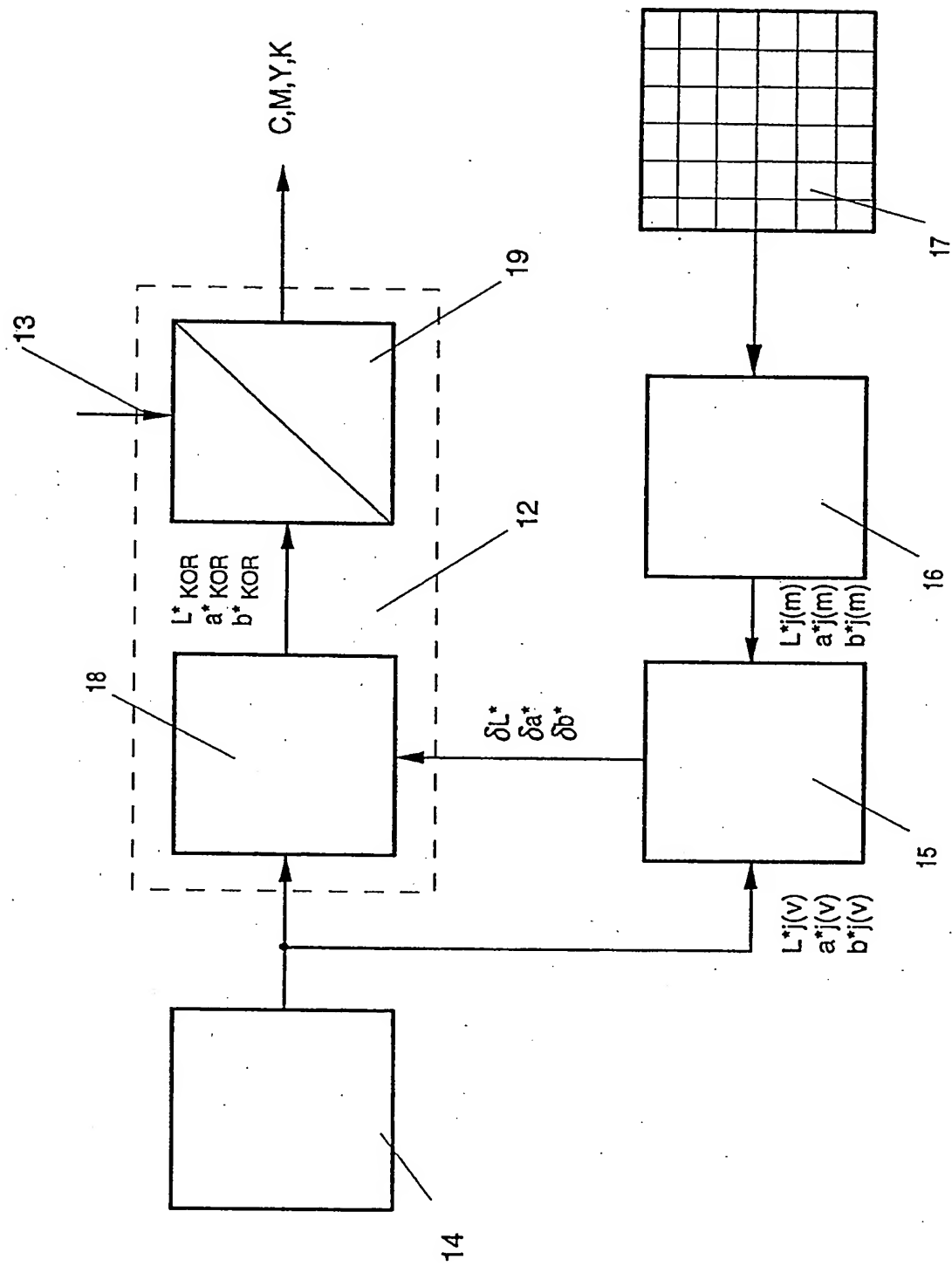


Fig. 4

Fig. 5

